

# ANALISIS KUANTITAS DAN KONTINUITAS SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH PADA KAWASAN GRAHA CANDI GOLF SEMARANG

Wasino <sup>1)</sup>, Parhadi <sup>1)</sup>, Suwanto <sup>1)</sup>, Triwardaya <sup>1)</sup>, Royswan Isgandhi <sup>1)</sup>, Yustinus Eka Wiyana <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, 50275  
Email: wasino@polines.ac.id

## ABSTRAK

Graha Candi Golf adalah kawasan perumahan yang dikembangkan oleh PT.Candi Golf Boulevard sejak Tahun 1997, saat ini menguasai lahan lebih dari 360 hektar. Dari lahan seluas itu, 40 hektar digunakan untuk lapangan golf, dan 40 hektar untuk pembangunan sektor 1 dengan jumlah rumah 300 unit. Pembangunannya sudah diselesaikan akhir tahun 2007, selanjutnya tahun 2008 dikembangkan Golf Residen sektor 2, yang menempati lahan seluas 30 hektar, dengan jumlah rumah sebanyak 300 unit. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih pada kawasan tersebut pengembang memanfaatkan air sungai sebagai air baku, yang dilengkapi Instalasi Penjernihan Air (IPA). Selanjutnya air hasil pengolahan dialirkan melalui sistem perpipaan sampai ke rumah. Tujuan penelitian ini adalah melakukan kajian kuantitas dan kontinuitas dari sistem penyediaan air bersih di kawasan Graha Candi Golf. Adapun metode penelitian ini adalah dengan mengumpulkan data- data primer berupa peta daerah pelayanan, dan jumlah penduduk. Selanjutnya melakukan analisis pendistribusian air bersih dengan menggunakan program EPANET versi 2.0. Program EPANET merupakan program computer (EPA-software) dengan tampilan windows yang dapat melakukan simulasi periode tunggal atau majemuk dari perilaku hidrolis dan kualitas air pada jaringan pipa bertekanan. Dengan analisis simulasi yaitu melacak aliran air (flow) pada pipa dan tekanan (pressure) di setiap titik (node). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pemakaian air penuh ( $Q$  peak) Pada pemakaian air penuh ( $Q$  peak), kinerja sistem jaringan air bersih di Graha Candi Golf ditunjukkan melalui output Epanet versi 2, yaitu 42,47% kecepatan pada links <0,3 m/detil, dan 6,79% tekanan pada node <10 m sehingga belum bisa memenuhi aspek kuantitas dan kontinuitas. Sedangkan pada pemakaian air tidak penuh ( $Q$  50%), adalah 24,57% kecepatan pada links <0,3 m/detik, dan 0,98% tekanan pada node <10 m. Pada kondisi tersebut aspek kuantitas dan kontinuitas juga belum bisa dipenuhi.

**Kata kunci:** Kebutuhan air bersih, kuantitas, kontinuitas, tekanan, kecepatan.

## PENDAHULUAN

Semarang sebagai ibukota Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu kota yang sedang berkembang, Berdasarkan hasil perhitungan proyeksi penduduk tahun 2016, jumlah penduduk Kota Semarang tercatat sebesar 1.729.428 jiwa dengan pertumbuhan

penduduk selama tahun 2016 sebesar 1,66 %. Sekitar 71,55 % penduduk Kota Semarang berumur produktif (15-64) tahun, sehingga

angka beban tanggungan, yaitu perbandingan antara penduduk usia produktif dengan penduduk usia tidak produktif (0-14 dan 65 tahun keatas) pada tahun 2016 sebesar 39,77 yang berarti 100 orang penduduk usia produktif menanggung 40 orang penduduk usia tidak produktif. (BPS. Kota Semarang, 2019). Dengan jumlah tersebut kebutuhan perumahan di Kota Semarang diperkirakan mengalami peningkatan sebesar 10 % dari jumlah penduduk.

Perumahan Graha Candi Golf mempunyai peranan penting dalam penyediaan pemukiman di Kota Semarang, dengan menawarkan area di kecamatan Tembalang, yang saat memiliki nilai investasi tinggi. Pemandangan kota Semarang bawah yang indah dan dilengkapi fasilitas lapangan golf, sarana bermain, dan sarana lain yang lengkap menjadi daya tarik tersendiri bagi para calon pembeli.

Graha Candi Golf adalah kawasan perumahan yang dikembangkan oleh PT. Candi Golf Boulevard sejak Tahun 1997, saat ini menguasai lahan lebih dari 360 hektar. Dari lahan seluas itu, 40 hektar digunakan untuk lapangan golf, dan 40 hektar untuk pembangunan sektor 1 dengan jumlah rumah 300 unit. Pembangunannya sudah diselesaikan akhir tahun 2007, selanjutnya tahun 2008 dikembangkan Golf Residen sektor 2, yang menempati lahan seluas 30 hektar, dengan jumlah rumah sebanyak 300 unit (grahacandigolf.co.id,2018).

Untuk memenuhi kebutuhan air bersih pada kawasan tersebut pengembang memanfaatkan air sungai sebagai air baku, yang dilengkapi Instalasi Penjernihan Air (IPA). Selanjutnya air hasil pengolahan dialirkan melalui sistem perpipaan sampai ke rumah. Langkah tersebut diambil dalam rangka memenuhi kebutuhan air bersih untuk kawasan tersebut, mengingat terbatasnya cakupan pelayanan Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Semarang, yaitu 169.938 pelanggan. (Sumber: PDAM Kota Semarang, 2019) Ketersediaan air bersih penting karena air bersih digunakan untuk berbagai keperluan dalam kehidupan sehari-hari. Pengaruh dari ketersediaan air bersih tidak hanya pada kebutuhan

rumah tangga, tetapi berpengaruh pada sektor sosial, ekonomi, maupun fasilitas umum seiring dengan tingkat pertumbuhan penduduk (Dewi et al. 2015 dalam Karlina 2018).

Kinerja penyediaan air minum harus terdiri dari beberapa unit, diantaranya unit transmisi dan distribusi. Sistem distribusi harus memenuhi beberapa tolok ukur sebagai berikut: 1) Unit distribusi harus terdiri dari sistem perpompaan, jaringan distribusi, bangunan penampungan, alat ukur dan peralatan pemantauan. 2) Unit distribusi wajib memberikan kepastian kuantitas, kualitas air, dan kontinuitas pengaliran. 3) Kontinuitas pengaliran sebagaimana dimaksud wajib memberikan jaminan pengaliran 24 jam per hari. (PP No 16 Tahun 2005).

Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan evaluasi sistem pengelolaan air yang bersumber dari Kali Bajak di Kawasan Graha Candi Golf dari aspek kuantitas dan kontinuitas.

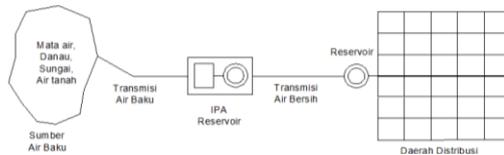
## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Sistem Transmisi**

Sistem perpipaan transmisi ini bertujuan untuk menyalurkan air dari sumber air baku, misalnya mata air menuju ke bangunan pengolahan, serta mengalirkan air hasil olahan menuju ke reservoir induk. Sistem transmisi air bersih dapat dilakukan dengan beberapa cara tergantung kondisi topografi yang menghubungkan sumber air dengan reservoir induk.

Untuk mengalirkan air ke konsumen yang sesuai dengan kualitas, kuantitas dan tekanan di suatu komunitas masyarakat membutuhkan sistem perpipaan, reservoir, pompa dan perlengkapan tambahan lainnya.

Jaringan transmisi seperti terlihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Skema Pengaliran Air Minum

Sistem perpipaan yang digunakan tergantung topografi dari wilayahnya, dan dapat dilakukan secara gravitasi, pemompaan maupun kombinasi pemompaan dan gravitasi (Howard S Peavy et.al 1985, dalam Agustina 2007).

### Hidraulika Aliran Dalam Pipa

Dalam penerapan sistem pipa perlu memperhitungkan besarnya *Hydraulic Grade Line* (HGL), *Energy Grade Line* (EGL), pengaruh cara pemasangan pipa, jaringan pipa, tekanan air, kecepatan aliran, debit, maupun *headloss*.

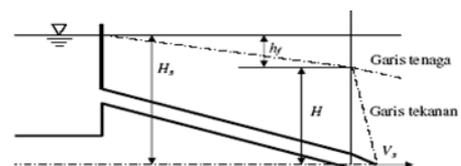
### Garis Tenaga dan Garis Tekanan

Prinsip Bernoulli menjelaskan bahwa tinggi tenaga total di setiap titik pada saluran pipa adalah jumlah dari tinggi elevasi, tinggi tekanan, dan tinggi kecepatan. Garis yang menghubungkan titik tersebut dinamakan garis tenaga (*Energy Grade Line/EGL*). Perubahan diameter pipa dan tempat-tempat tertentu dimana kehilangan tenaga sekunder terjadi ditandai dengan penurunan garis tenaga. Apabila kehilangan tenaga sekunder diabaikan, maka kehilangan tenaga hanya disebabkan oleh gesekan pipa. Garis tekanan (*Hydraulic Grade Line/HGL*) merupakan jumlah dari tinggi tekanan dan elevasi diukur dari garis referensi. Garis tekanan terletak dibawah garis tenaga sebesar tinggi kecepatan dalam

pipa. Apabila di sepanjang pipa disambung dengan tabung tegak terbuka, yang dapat dianalogikan sebagai reservoir atau sebagai kran dalam sambungan rumah, maka zat cair di dalam pipa akan naik dalam tabung atau reservoir atau keran tersebut. Garis yang menghubungkan permukaan zat cair dalam media-media tersebut adalah garis tekanan.

Berlainan dengan garis tenaga yang menurun secara teratur ke arah aliran, garis tekanan bisa naik pada tampang yang diperbesar layaknya sebuah reservoir. Jika tinggi kecepatan sangat kecil dibandingkan tinggi tekanan maka biasanya tinggi kecepatan diabaikan dan garis tekanan serta garis tenaga akan berimpit menjadi satu. Garis tekanan ini akan menunjukkan besarnya tekanan zat cair pada setiap titik di sepanjang pipa, jarak vertikal dari pipa ke garis tekanan adalah tinggi tekanan pada titik-titik tersebut.

Tinggi tekanan maksimum akan digunakan untuk merencanakan tebal pipa dan sambungan-sambungannya. Apabila garis tekanan berimpit dengan pipa, menunjukkan bahwa tekanan di dalam pipa adalah tekanan atmosfer. Apabila garis tekanan berada dibawah pipa berarti tekanan di dalam pipa negatif. Garis tekanan merupakan garis lurus apabila pipa lurus dan diameternya seragam. Untuk lebih jelasnya garis energi dan garis tekanan dapat dilihat pada gambar 2. (Triatmojo, 1993).



**Gambar 2.** Garis Energi dan Garis Tekanan

## METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah suatu kerangka pendekatan pola pikir dalam rangka menyusun dan melaksanakan penelitian. Tujuannya adalah untuk mengarahkan proses berpikir dan proses kerja dalam menjawab permasalahan yang akan diteliti.

### Jenis Penelitian

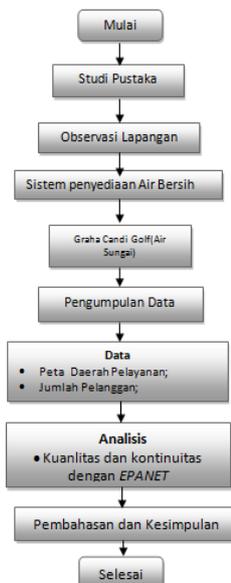
Penelitian ini merupakan studi kasus dengan tinjauan kinerja sistem pengelolaan air bersih ditinjau dari aspek kuantitas dan kontinuitas.

### Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini akan dilakukan di Kawasan Graha Candi Golf Semarang.

### Tahapan Penelitian

Untuk lebih memperjelas tahapan dalam penelitian ini maka disajikan diagram alir, seperti terlihat pada gambar 3.



**Gambar 3.** Diagram Alir Penelitian Analisis Hidrolika dengan EPANET

EPANET 2.0 adalah salah satu *software* yang banyak digunakan untuk menganalisa jaringan distribusi air. Program computer yang berbasis windows ini melakukan simulasi profil hidrolis dan perlakuan kualitas air bersih dalam suatu jaringan pipa yang terdiri dari titik/node pipa, pompa, valve, dan reservoir. Aplikasi ini juga dapat menjadi dasar analisa dari berbagai macam sistem distribusi, detail desain, model hidrolis, analisa sisa klor dan beberapa unsur lainnya (Sumber: Lewis, 2000 dalam Karlina 2018).

*Software* EPANET dikembangkan oleh Badan Perlindungan Lingkungan USA yang diadaptasi karena kegunaannya untuk umum dan pendidikan. Dalam menghitung kehilangan tekanan pada aplikasi ini menggunakan rumus Hazen-William disajikan pada persamaan (1) (Lewis, 2000 dalam Karlina 2018).

$$hL = \left( \frac{Q}{0.785 \cdot C \cdot d^{2.63}} \right)^{1.85} \cdot L \quad \dots \dots (1)$$

dengan:

C = Koefisien Hazen-William.

D = Diameter pipa (mm)

S = Kemiringan hidrolis

hL = Kehilangan tinggi tekan primer

L = Panjang pipa (m).

*Output* EPANET 2.0 antara lain adalah menggambarkan debit yang mengalir dalam pipa, tekanan air pada masing-masing titik/node dan besarnya unsur kimia yang terkandung di dalam air bersih yang didistribusi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perhitungan Kebutuhan Air

Hasil perhitungan kebutuhan air untuk sektor domestik dan non domestik selanjutnya disajikan pada tabel 1. dan tabel 2. sebagai berikut:

**Tabel 1.**  
Perhitungan Kebutuhan Air Domestik

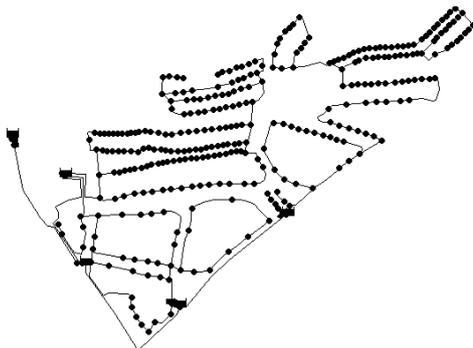
No	Blok	Jumlah KK	Σ Jiwa rumah	Q <sub>in</sub> (L/detik)	Q <sub>pus</sub> (L/detik)	Total Q <sub>pp</sub> (L/detik)	
1	I dan II	52	260	1.50	0.09	1.59	
2	V1	8	40	0.17	0.01	0.18	
3	V2	18	90	0.39	0.02	0.41	
4	VII1	13	65	0.28	0.02	0.30	
5	VI2	15	75	0.33	0.02	0.35	
6	VIII1	14	70	0.30	0.02	0.32	
7	VIII2	26	130	0.56	0.03	0.60	
8	VIII3	16	80	0.35	0.02	0.37	
9	VIII	43	215	0.93	0.06	0.99	
10	IX	55	275	1.19	0.07	1.27	
11	ASAKA I	14	70	0.30	0.02	0.32	
12	ASAKA II	24	120	0.52	0.03	0.55	
13	ASAKA RAYA	22	110	0.48	0.03	0.51	
		<b>Jumlah</b>	<b>320</b>	<b>1600</b>	<b>7.32</b>	<b>0.44</b>	<b>7.76</b>

**Tabel 2.**  
Perhitungan Kebutuhan Air Non Domestik

No	Blok	Jumlah KK	Σ Jiwa/rumah	Q <sub>in</sub> (L/detik)	Q <sub>pus</sub> (L/detik)	Total Q <sub>pp</sub> (L/detik)
1	V13 (kantor)	1	1	0.0579	0.0035	0.06
		<b>Jumlah</b>	<b>1</b>	<b>0.0579</b>	<b>0.0035</b>	<b>0.06</b>

Sumber : Data diolah, 2016

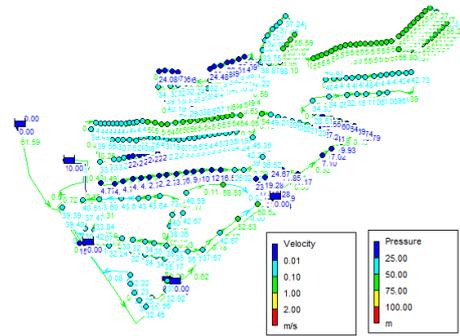
Data debit pada Tabel 1. dan Tabel 2. selanjutnya diinput pada jaringan , seperti pada Gambar 4. sebagai berikut:



**Gambar 4.** Skema Jaringan Pipa Air Bersih Di Graha Candi Golf

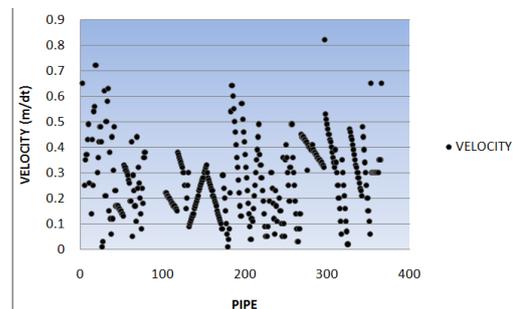
### Hasil Simulasi EPANET 2.0

Hasil simulasi berupa report table tiap node dan links/pipa menunjukkan bahwa masih ada beberapa pipa dan node yang mempunyai kecepatan (*velocity*) dan tekanan (*pressure*) sangat kecil/kritis.



**Gambar 5.** Hasil Simulasi EPANET 2.0

Hasil run analisis di wilayah studi selanjutnya dibuat diagram *scatter*, agar tekanan dan kecepatan pada jaringan pipa dapat diidentifikasi. Di kawasan Graha Candi Golf terjadi pada lope Alamanda II, Amarilis Sungai, Asoka, dan Asoka Danau. Adapun jumlah pipa yang mengalami kecepatan < 0,3 m/detik adalah 42,47 % (141 link), adapun jumlah links (pipa) : 329 pipa. Pipa-pipa yang mengalami kecepatan < 0,3 m/detik hampir terdapat pada setiap lope, oleh karena itu perlu kajian yang lebih mendalam mengenai kondisi jaringan eksisting. Beberapa titik yang mangalami kecepatan kritis (< 0,3 m/detik) di Graha Candi Golf diperlihatkan pada diagram *Scatter* gambar 6.



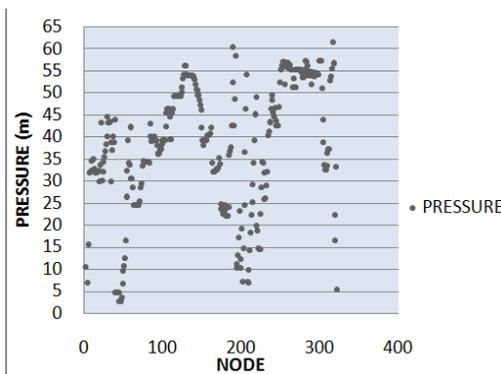
**Gambar 6.** Grafik Kecepatan di Graha Candi Golf (Q Peak)

Gambar 6. juga memperlihatkan bahwa nilai kecepatan pipa ada yang belum sesuai dengan ketentuan kecepatan minimum pipa

didistribusi, yaitu 0,3 – 0,6 m/detik (Permen PU No 18 Tahun 2007).

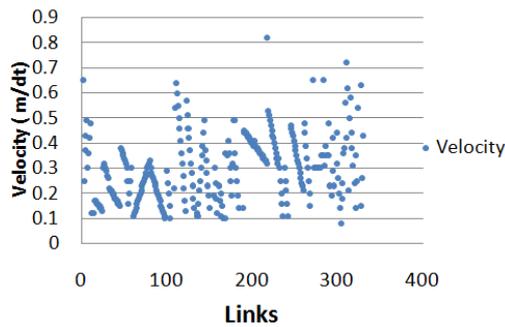
Sedangkan pada Gambar 7. memperlihatkan tekanan (*pressure*) yang terjadi pada beberapa node, masih mengalami tekanan kritis ( $< 10$  m air). Prosentase tekanan kritis masih menunjukkan 6,79 % pada pemakaian puncak (Q peak). Kondisi ini mengindikasikan bahwa secara kuantitas air di wilayah studi masih belum memenuhi syarat. Ketentuan tekanan minimum untuk pipa distribusi adalah (0,5-1,0) atm, atau setara dengan (5–10) m air (Permen PU No 18 Tahun 2007).

Dengan kondisi tersebut, upaya yang dapat dilakukan agar kuantitas air terpenuhi adalah dengan penambahan pompa, penataan ulang jaringan ataupun penjadwalan sistem pengaliran. Meskipun penjadwalan sistem pengaliran tidak sesuai dengan aspek kontinuitas aliran air, namun untuk pengatasi jangka pendek bisa ditempuh sambil menunggu perbaikan secara menyeluruh.

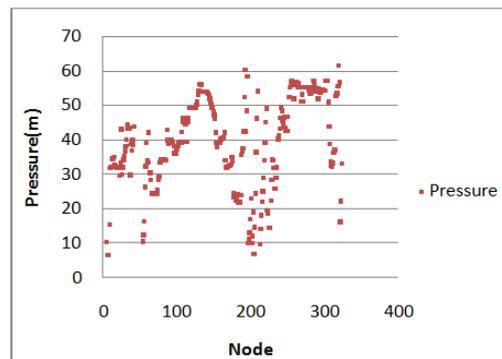


**Gambar 7.** Grafik Tekanan di Graha Candi Golf (Q Peak)

Apabila jumlah pemakai air bersih di Graha Candi Golf hanya 50 % , maka masih ada 24,57 % kecepatan pada links  $< 0,3$  m/detik, dan 0,98 % tekanan pada node  $< 10$  m air, selengkapnya dapat dilihat pada gambar 8. dan gambar 9.



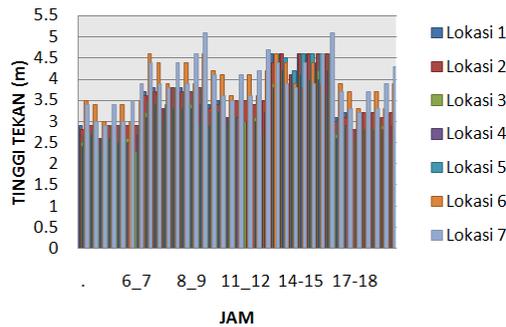
**Gambar 8.** Grafik Kecepatan (Q 50%)



**Gambar 9.** Grafik Tekanan (Q 50%)

### Pengukuran Tinggi Tekan Langsung

Untuk mengetahui tekanan yang sampai ke rumah-rumah dilakukan pengukuran tinggi tekan langsung di lapangan. Pengukuran tinggi tekan pada beberapa titik dapat mencapai 5,1 m yang terjadi antara jam 8.00 sampai dengan 9.00 WIB dan jam 14.00-15.00 WIB, dari keseluruhan hasil pengukuran tidak ada tinggi tekan dibawah 2 m. Hasil pengukuran tinggi tekan di wilayah studi juga mengindikasikan bahwa jam puncak pemakaian air terjadi antara jam 6.00-7.00 WIB untuk pagi hari, dan jam 17.00-18.00 WIB untuk sore hari. Hasil pengukuran selengkapnya dapat dilihat pada gambar 10.



**Gambar 10.** Grafik Tinggi Tekan di Graha Candi Golf

## PENUTUP

Dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan pada penelitian ini, yaitu:

### Simpulan

1. Pada pemakaian air penuh (Q peak) Kinerja sistem jaringan air bersih di Graha Candi Golf ditunjukkan melalui output Epanet versi 2, yaitu 42,47% kecepatan pada links <0,3 m/detik, dan 6,79% tekanan pada node <10 m air sehingga belum bisa memenuhi aspek kuantitas dan kontinuitas.
2. Pada pemakaian air tidak penuh (Q 50%) Kinerja jaringan untuk pemakaian 50% adalah 24,57 % kecepatan pada links <0,3 m/detik, dan , 0,98% tekanan pada node <10 m air. Pada kondisi tersebut aspek kuantitas dan kontinuitas juga belum bisa dipenuhi.

### Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pengamatan secara langsung dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Agar aspek kuantitas dan kontinuitas terpenuhi, maka perlu ada penambahan tekanan

dibeberapa node yang masih kurang dari ketentuan, yaitu 10 m air. pengaturan pendistribusian air bersih juga perlu dilakukan, agar tekanan yang sampai ke rumah sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan, meskipun hal tersebut hanya diperbolehkan untuk pengaturan jangka pendek.

2. Guna memenuhi kecepatan yang disyaratkan, perlu penambahan kapasitas reservoir, mengingat reservoir *existing* tidak mampu memenuhi kecepatan yang disyaratkan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih sebesar-besarnya disampaikan secara khusus kepada semua pihak yang telah membantu, terutama kepada P3M Polines yang telah memberikan kesempatan dan pendanaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, 2019. *Graha Candi Golf*. Grahacandigolf.co.id. diakses pada tanggal 12 September 2019
- Anonimous, 2019. *Perusahaan Daerah Air Minum Kota Semarang*. (PDAM) <https://www.pdamkotasmg.co.id/> diakses tanggal 10 September 2019
- Agustina V. D. 2007. *Analisa Kinerja Sistem Distribusi Air Bersih PDAM Kecamatan Banyumanik di Perumnas Banyumanik (Studi Kasus Perumnas Banyumanik Kel. Sronдол Wetan)*. Tesis. Semarang: Universitas Diponegoro Semarang
- Badan Pusat Statistik. 2019. *Kota Semarang Dalam Angka*.

Semarang: Badan Pusat Statistik  
Kota Semarang.

Direktorat Jenderal Cipta Karya.  
1998. *Petunjuk Teknis  
Perencanaan Air Bersih*.  
Direktorat Jenderal Cipta Karya  
Jakarta: Departemen Pekerjaan  
Umum.

Karlina. Nita. 2018. *Analisis  
Hidrolika Pipa Distribusi Air  
Bersih*. (Skripsi). Bogor: Institut  
Pertanian Bogor.

Lewis A Roosman. 2000. *Users  
Manual EPANET 2 Versi Bahasa  
Indonesia*. Ekamitra Engineering,  
Alih Bahasa: Ekamitra  
Engineering.

Peraturan Pemerintah. 2005.  
*Pengembangan Sistem  
Penyediaan Air Minum*.  
Peraturan Pemerintah Tahun No  
16 Tahun 2005.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum.  
2007. *Tentang Penyelenggaraan  
Pengembangan Sistem  
Penyediaan Air Minum*.  
Peraturan Pemerintah No  
18/PRT/M/2007.

Triatmodjo Bambang 1993.  
*Hidrolika II*. Yogyakarta: Beta  
Offset.